

**DAMPAK MASUKNYA PLTS ISIMU 10 MW TERHADAP PROFIL TEGANGAN
PADA SISTEM KELISTRIKAN 150 KV GORONTALO**
*The Impact Of The Influx Of 10 MW PLTS Isimu Toward Profiling 150 Kv
Electrical System Voltage In Gorontalo*

Steven Humena¹, Frengki E.P Surusa², Halid Anang³

¹Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo, Gorontalo, Indonesia
Email : steven.humena@unisan.ac.id¹, kikialaska@gmail.com², hldanang16@gmail.com³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem kelistrikan gorontalo sebelum dan setelah injeksi pembangkit baru. Masuknya pembangkit baru yaitu PLTS kedalam system kelistrikan 150 kV Gorontalo memberikan dampak pada system berupa profil tegangan dan losses. Rencana pembangunan PLTS yang berlokasi di Desa Reksonegoro Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo akan di injeksikan ke Gardu Induk Isimu dengan daya terpasang 10 MW. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode Newton-Raphson melalui simulasi dengan bantuan Software PSAT 2.1.9 yang terintegrasi pada MATLAB 2014a dan membutuhkan data Single Line Diagram Sistem 150 kV Gorontalo, Data Pembangkit yang terinterkoneksi ke Sistem Gorontalo, Trafo Daya, Busbar serta Beban di setiap Gardu Induk dan Data Penghantar Saluran.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa ketika PLTS diinjeksi ke sistem kelistrikan 150 kV Gorontalo, dapat memperbaiki profil tegangan dan juga meminimalisir losses pada saluran transmisi. perbandingan Losses sebelum dan setelah di injeksi PLTS ke sistem yaitu untuk daya aktif turun 0.12% dan daya reaktif turun 2.94%, Tegangan di setiap Gardu Induk naik rata-rata sebesar 0.47% serta untuk Line Flow, ada beberapa saluran yang mengalami kenaikan dalam MW dan MVar yaitu GI Isimu ke GI Botupingge dan GI Marisa ke GI Isimu sebesar 90.87% dan 0.018% serta saluran yang mengalami penurunan yaitu GI Isimu ke GI Anggrek, GI Anggrek ke GI Boroko dan GI Isimu ke GI Boroko masing-masing adalah sebesar 0.0753%, 0.0752% dan 0.080%.

Kata kunci: Profil Tegangan; PLT Surya; Sistem Tenaga Listrik 150 kV Gorontalo

ABSTRACT

This study is to evaluate the electrical system of Gorontalo before and after the injection of new generator. The entry of new power plant that is PLTS into electrical system 150 kV Gorontalo which gives benefit to system in the form of voltage profile and loss. PLTS development plan located in the village of Reksonegoro, Tibawa Subdistrict, of Gorontalo Regency will be injected to main power substation Isimu with installed power of 10 MW. The methods that will be used in this research is the Newton-Raphson method through simulation with the help of integrated software in 2.1.9 PSAT MATLAB 2014a and requires Single Line Diagram data 150 kV System Gorontalo, a Plant Data is interconnected to Gorontalo System, transformer Power, Busbar and the load on each of main Booths and Conducting channel Data. Simulation results show that when the PLTS is injected to Gorontalo 150 kV electrical systems, it can improve the voltage profile and also minimize the losses in the transmission line. comparison of Losses before and after the injection of PLTS system i.e. for active power down to 0.12% and reactive power down to 2.94%, the voltage at each main Substation rose an average of 0.47% as well as for Line Flow, there are several channels that experienced a rise in MW and MVar i.e. GI Isimu to GI Botupingge and GI Marisato GI Isimu of 90.87% and 0.018% and has decreased a channel i.e. GI Isimu to GI Anggrek, GI Anggrek to GI Boroko and GI Isimu to GI Boroko is respectively 0.0753%, 0.0752 % and 0.080%.

Keywords: Voltage Profiles; Solar PLT; Electric power systems 150 kV Gorontalo

LATAR BELAKANG

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang memiliki peran vital dalam

aktivitas keseharian manusia. Faktor demografi yang tidak terkendali membawa banyak pengaruh dalam kehidupan, khususnya dalam bidang energi. Laju pertumbuhan

penduduk yang terus meningkat berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan kapasitas energi setiap tahun. Keadaan ini sangat membutuhkan solusi terkait diversifikasi energi, salah satunya ialah mengembangkan energi terbarukan.

Tegangan yang stabil merupakan salah satu tujuan utama dalam proses energy listrik agar mutu pelayanan dapat berlangsung dengan baik. Untuk mengoptimalkan kerja sistem tenaga listrik salah satunya adalah dengan pemasangan pembangkit, seperti pembangkit energi baru dan terbarukan yang berkapasitas besar.

Dengan adanya peningkatan konsumen energi listrik, maka secara langsung akan mempengaruhi peningkatan pasokan energi listrik. Karena itu, perencanaan pengembangan suatu sistem tenaga listrik adalah perlu dilakukn karena melibatkan masalah bagaimana merencanakan ketersediaan pembangkit. Pembangkit yang akan di bangun harus di tentukan jenis dan tempatnya.

Adanya rencana tambahan pembangkit yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan kapasitas 10 MW pada tahun 2018 yang akan di injeksi pada jaringan transmisi 150 kV area gorontalo (RUPTL, 2017)

Untuk itu Dalam penelitian ini di lakukan, menganalisis profil tegangan pada sistem kelistrikan 150 kV pada saat sebelum dan setelah di injeksi PLTS 10 MW pada sistem kelistrikan 150 kV area gorontalo.

Perencanaan dan analisis sistem tenaga listrik perlu selalu dilakukan secara berkala untuk melakukan evaluasi terhadap perubahan sistem yang ada. Sistem daya secara umum terdapat empat komponen utama yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi, sistem distribusi, dan beban. Dengan adanya peningkatan konsumen energi listrik, maka secara langsung akan mempengaruhi peningkatan pasokan energi listrik (Grainger & Stevenson, 1994).

Peran utama dari sistem tenaga listrik adalah memastikan bahwa kebutuhan energi listrik pelanggan dapat dilayani. Salah satu faktor yang dapat mengatasi permasalahan diatas adalah penambahan pembangkit baru pada sistem.

Sistem ketenagalistrikan di provinsi gorontalo saat ini merupakan bagian dari sistem interkoneksi 150 kV Sulawesi utara – Gorontalo. Kedepan, sistem 150 kV ini akan dikembangkan sampai ke sulawesi tengah dan membentuk sistem kelistrikan sulawesi bagian utara atau disebut sistem sulbagut.

Rasio jumlah pelanggan rumah tangga berlistrik PLN pada tahun 2015 untuk provinsi Gorontalo adalah sebesar 79,18%.

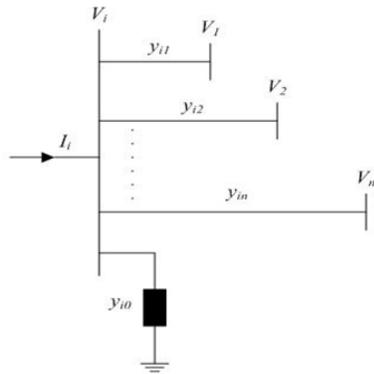
Aliran Daya. Analisa aliran daya merupakan studi dasar dalam menganalisa suatu sistem Tenaga Listrik, baik untuk perencanaan maupun operasi. Pada dasarnya sasaran utama dari semua analisa aliran daya adalah menentukan besar dan sudut fasa tegangan pada setiap bus, dengan diketahuinya tegangan maka daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dapat dihitung. Jika P dan Q pada dua buah bus diketahui maka aliran daya dengan jelas dapat diketahui, serta rugi-rugi daya saluran penghubung dapat diketahui.

Secara umum tujuan analisa aliran daya adalah:

1. Untuk memeriksa tegangan dan sudut fasa masing-masing bus.
2. Untuk memeriksa kemampuan semua peralatan yang ada dalam sistem apakah cukup besar untuk menyalurkan daya yang diinginkan.
3. Untuk memperoleh kondisi awal bagi studi-studi selanjutnya, yakni studi hubung singkat, studi rugi-rugi transmisi dan studi stabilitas.

Ada 3 macam bus dalam hal ini setiap bus mempunyai empat besaran dengan dua besaran diantaranya diketahui yakni (M.R. Djalal dkk, 2014) :

- a. BUS REFERENSI (slack bus). Adalah suatu bus yang selalu mempunyai besaran dan sudut fasa yang tetap dan telah diberikan sebelumnya, pada bus ini berfungsi untuk mencatu rugi-rugi, kekurangan daya yang ada pada jaringan, dalam hal ini penting karena kekurangan daya tidak dapat dicapai kecuali terdapat suatu bus yang mempunyai daya tak terbatas sehingga dapat mengimbangi rugi-rugi.
- b. BUS PQ (bus beban). Pada tipe bus ini daya aktif dan daya reaktif diketahui, sedangkan dua lainnya didapat dari hasil perhitungan.
- c. BUS PV (bus pembangkit). Pada tipe bus ini, besar tegangan dan daya aktif telah ditentukan sedangkan daya reaktif dan sudut fasa tegangan didapat dari hasil perhitungan.



Gambar 1. Model bus Sistem Tenaga listrik

Persamaan Aliran daya. Biasanya sebuah saluran transmisi direpresentasikan dengan model ekuivalen π -nya dan implementasinya di ubah dalam sistem per-unit dengan basis MVA dan KV yang ditetapkan. Berikut pemodelan sederhana suatu rel di dalam sistem tenaga listrik

Berdasarkan gambar diatas, dapat diperoleh persamaan, menggunakan hukum arus kirchoff yaitu :

$$I_i = Y_{i0}V_i + Y_{i1}(V_i + V_1) + Y_{i2}(V_i - V_2) + \dots + Y_{in}(V_i - V_n)$$

$$= (Y_{i0} + Y_{i1} + Y_{i2} + \dots + Y_{in})$$

$$V_i - Y_{i1} V_1 - Y_{i2} V_2 - \dots - Y_{in} V_n \dots \dots \dots (1)$$

Atau

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^n Y_{ij} V_j \quad j \neq i \dots \dots \dots (2)$$

Daya aktif dan daya reaktif pada rel i adalah

$$P_i + jQ_i = V_i I_i^* \dots \dots \dots (3)$$

Atau

$$I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} \dots \dots \dots (4)$$

Substitusi persamaan (2) ke persamaan (4) maka akan di peroleh

$$\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} = V_i \sum_{j=0}^n Y_{ij} \quad \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \quad j \neq i \dots \dots \dots (5)$$

Persamaan di atas merupakan persamaan matematis dari aliran daya yang kemudian akan di selesaikan dengan metode iterasi. Sedangkan tegangan pada rel yaitu:

$$V_i \frac{1}{Y_{ii}^*} \left(\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} - \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \right) \quad j \neq i \dots \dots \dots (6)$$

Arus yang mengalir pada aliran daya akan menyebabkan terjadinya perubahan tegangan, baik magnitude maupun sudut fasanya. Karena alasan ini tegangan pada rel dijaga tetap pada batasan-batasan yang telah di tentukan.

Profil Tegangan. Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada saluran energi listrik. Jatuh tegangan pada tenaga listrik pada umumnya berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luan penampang penghantar.

Jatuh tegangan ditimbulkan karena adanya resistansi pada penghantar, besar arus pada tiap fasa pada jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kV di Gardu Induk Gorontalo berbeda-beda, maka untuk menghitung besar jatuh tegangan pada saluran transmisi menggunakan persamaan (Hariyadi, 2017).

$$V = V_s - V_r \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

- V = Jatuh Tegangan (Volt)
- Vs = Tegangan kirim (Volt)
- Vr = Tegangan terima (Volt)

Persentase (%) Jatuh Tegangan :

$$\Delta V(\%) = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

- V(%) = Jatuh Tegangan dalam % (Volt)
- Vs = Tegangan kirim (Volt)
- Vr = Tegangan terima (Volt)

Rugi-Rugi Daya. Rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi sangat perlu di perhatikan, karena bisa menyebabkan hilangnya daya yang cukup besar. Rugi daya merupakan kehilangan energi yang sama sekali tidak mungkin di hindari. Arus yang mengalir pada penghantar mengakibatkan panas disekitar konduktor sehingga adanya daya yang terbuang selama proses pengiriman daya ke beban.

Rugi rugi daya yang besar dapat mengakibatkan kerugian pada perusahaan pemasok listrik. Panjang saluran suatu Gardu Induk dari Gardu induk yang satu ke Gardu induk yang lainnya dapat menyebabkan rugi daya yang cukup besar. Untuk menghitung besarnya rugi rugi daya pada saluran transmisi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Arismunandar & Kuwahara, 1993):

$$P_{\text{losses}} = 3 I^2 R \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

- P_{losses} : Rugi-rugi daya (watt)
- I : Arus yang mengalir (amper)
- R : Tahanan saluran (Ω /meter)

Kerugian perusahaan pemasok listrik disebabkan oleh hilangnya energi yang ditimbulkan dari rugi-rugi daya, sehingga dapat merugikan perusahaan pemasok energi listrik tersebut. Kerugian tersebut diakibatkan karena energi yang disalurkan tidak sama dengan besarnya energi yang diterima, sehingga energi yang disalurkan tidak dapat terjual seluruhnya (Dewantara, 2018).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (Direct Current) yang dapat diubah menjadi listrik AC (Alternating Current) apabila diperlukan. PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik dari skala kecil sampai dengan skala besar, baik secara mandiri (stand alone), ongrid (terhubung dengan jaringan PLN), maupun hybrid (Suryanti dkk, 2014).

Modul surya (*fotovoltaic*) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Untuk menghasilkan energi listrik yang maksimum permukaan modul harus selalu menghadap ke arah matahari (Gultom, 2015).

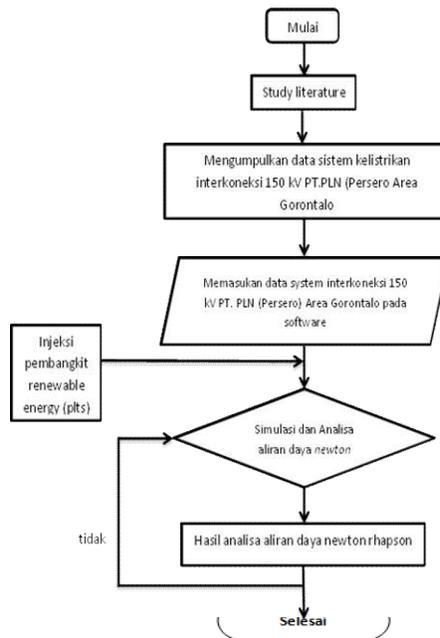
METODE PENELITIAN

Objek penelitian kali ini yaitu pada saluran transmisi 150 kV Gorontalo, dimana sistem ini terinterkoneksi dengan sistem tenaga listrik untuk melayani kebutuhan kelistrikan di Gorontalo.

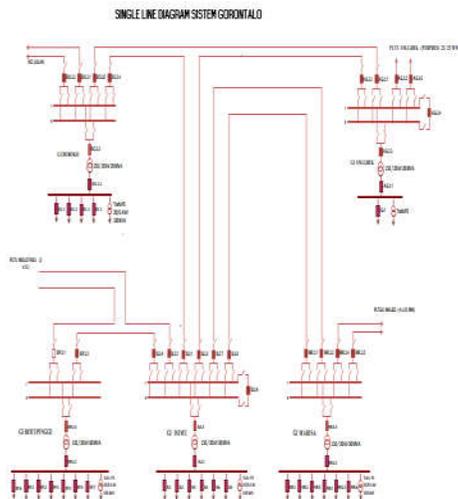
Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. pengumpulan data berupa data single line diagram sistem 150 kV Gorontalo, beban Gardu Induk, pembangkit yang terhubung dengan sistem Gorontalo, trafo di setiap Gardu Induk, jenis dan panjang penghantar

2. pengolahan data dengan melakukan pemodelan single line diagram sistem 150 kV Gorontalo pada software PSAT 2.1.9 yang terintegrasi dengan MATLAB 2014a.
3. Melakukan simulasi dan analisa aliran daya dengan metode Newton-Raphson pada skenario sebelum dan setelah PLTS diinjeksikan ke sistem.
4. Tahap terakhir yaitu melakukan perbandingan hasil analisa pada saat sebelum dan setelah PLTS diinjeksi.



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian



Gambar 3. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan

Single Line Diagram Gorontalo.

Berdasarkan gambar 3 gorontalo memiliki 5 (lima) gardu induk yang terdiri dari Gardu Induk Isimu, Gardu Induk Marisa, Gardu Induk Botupingge, Gardu Induk Boroko, Gardu Induk Anggrek yang saling terhubung melalui jaringan transmisi 150 kV. Dan yang menjadi lokasi diinjeksinya PLTS yaitu pada Gardu Induk Isimu dengan kapasitas trafo GI Isimu sebesar 60 MVA.

Data Transformator Gardu Induk. Masing masing gardu induk memiliki trafo daya yang berfungsi menurunkan tegangan dari 150 kV ke 20, yang melayani sistem ketenagalistrikan Gorontalo dengan kapasitas berikut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Transfromator Gardu Induk

| Gardu Induk | Rated Power (MVA) | Rated Current (A) | Rated Voltage (kV) | Shor Circuit Impedance (%) |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|
| Isimu | 30 | 115.47/866.02 | 150/20 | 12.62 |
| Marisa | 30 | 115.47/866.02 | 150/20 | 12.61 |
| Botupingge | 60 | 230.94/34.64 | 150/20 | 12.5 |
| Boroko | 20 | 76.98/577.35 | 150/20 | 12.04 |
| Anggrek | 20 | 76.98/577.35 | 150/20 | |

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Gorontalo

Daya Mampu dan Daya Terpasang Pembangkit di Gorontalo. Kapasitas terpasang dan daya mampu dari setiap pusat tenaga listrik pada sistem tenaga listrik Gorontalo diberikan dalam tabel 2 pembangkit-pembangkit tersebut terhubung ke Gardu Induk yang ada di Gorontalo.

Tabel 2. Daya Mampu dan Daya Terpasang

| NO | Lokasi | Daya Terpasang MW | Daya Mampu MW |
|----|----------------|-------------------|---------------|
| 1 | PLTS SUMALATA | 2,00 | 1,8 |
| 2 | PLTG PAGUAT | 100 | 50 |
| 3 | PLTU MOLOTABU | 25 | 24 |
| 4 | PLTD TELAGA | 10,36 | 7,1 |
| 5 | PLTMH MONGANGO | 1,2 | 1,5 |
| 7 | TALUDA'A | 4 | 3,2 |

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Gorontalo

Data Saluran Transmisi. Sistem transmisi tenaga listrik Gorontalo merupakan sistem tiga fasa saluran ganda (double circuit) dengan tegangan kerja 150 kV. Kontruksi saluran adalah saluran udara tegangan tinggi yang di topang oleh menara transmisi. Dalam tabel 3 di bawah ini diberikan jumlah dan tipe menara (tower) transmisi yang ada pada sistem tenaga listrik Gorontalo.

Tabel 3. Impedansi Jaringan Transmisi

| Rute Saluran | Panjang Saluran | Impedans (ohm/km) | |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | (Km) | Urutan positif | Urutan nol |
| GI Isimu-GI Marisa | 110.25 | 13.09+j46.305 | 60.087+j180.7 |
| GI Isimu-GI Botupingge | 36.28 | 4.311+j15.239 | 19.775+j59.468 |
| GI Isimu-GI Boroko | 72.92 | 8.664+j30.628 | 39.774+j119.521 |
| GI Isimu-Anggrek | 33.19 | 3.943+j13.94 | 18.089+j54.399 |
| GI Maris-PLTG Maleo | 1.67 | 0.198+j0.702 | 0.911+j2.738 |
| GI Boroko-GI Anggrek | 59.54 | 7.026+j25.007 | 32.45+j97.587 |
| GI Botupingge-PLTU Molotabu | 41.09 | 4.849+j17.258 | 22.395+j67.347 |

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Gorontalo

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan gambar 3 pada Gardu Induk Isimu terdapat beberapa pembangkit yang di injeksi pada Gardu Induk Isimu, dan ada beberapa gardu induk yang masuk ke Gardu Induk Isimu Seperti Gardu Induk Isimu : PLTMH Taluda'a, PLTD Telaga, GI Marisa, GI Boroko, GI Botupingge, GI Anggrek.

Aliran Daya sebelum diinjeksi PLTS ke Sistem. Sebelum PLTS diinjeksi kesistem kelistrikan Area Gorontalo di lakukan simulasi dengan hasil aliran daya terlihat pada tabel 4 daya tertinggi terdapat pada bus Gardu Induk Isimu Ke bus Gardu Induk Botupingge yaitu sebesar 15.02082 MW dan untuk lossesnya yaitu 0.48458 MW. Daya yang terendah pada Gardu Induk Anggrek ke bus Gardu Induk Boroko yaitu sebesar 0.741943 MW dan, 0.0002277 MW untuk lossesnya

Tabel 4. Hasil Simulasi Aliran Daya

| From Bus | To Bus | P Flow [MW] | P Loss [MW] |
|------------|---------------|-------------|-------------|
| GI ISIMU | GI ANGGREK | 4.410897 | 0.004523 |
| GI ISIMU | GI BOTUPINGGE | 15.02082 | 0.48458 |
| GI ANGGREK | GI BOROKO | 0.741943 | 0.000277 |
| GI MARISA | GI ISIMU | 14.52653 | 0.129164 |
| GI ISIMU | GI BOROKO | 2.60817 | 0.003624 |

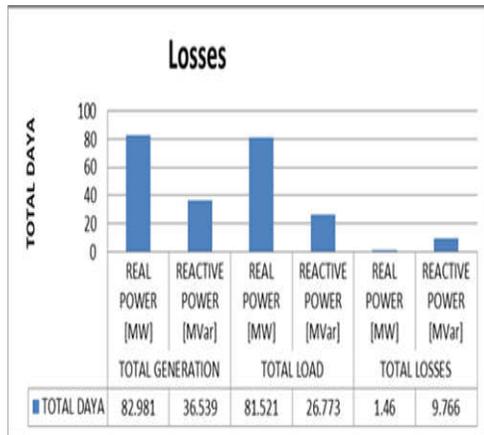
Profil Tegangan sebelum Injeksi PLTS. Dari Tabel 5 tegangan masih dalam batas toleransi yang diizinkan +5% dan -10%. Tegangan pada Gardu Induk Marisa yaitu sebesar 0.972131 pu dan yang terendah pada Gardu Induk Botupingge sebesar 0.937357 pu. Hasil profil tegangan tersebut sebelum PLTS diinjeksi ke system

Profil Tegangan Setelah Injeksi PLTS. Dari tabel 7 tegangan masih dalam batas toleransi yang diizinkan +5%, dan -10%. Data tersebut di dapat setelah diinjeksinya PLTS Isimu ke sistem Tegangan, pada bus GI Marisa yaitu sebesar 0.971780 pu dan pada GI Botupingge yaitu sebesar 0.954164 pu.

Tabel 7. Profil Tegangan Setelah Injeksi PLTS

| Bus | V [p.u.] |
|---------------|----------|
| GI Anggrek | 0.971401 |
| GI Boroko | 0.971611 |
| GI Botupingge | 0.931858 |
| GI Isimu | 0.971247 |
| GI Marisa | 0.977073 |

Losses Setelah Injeksi PLTS. Dari hasil simulasi aliran daya sistem Area Gorontalo setelah injeksi PLTS dapat dilihat pada Gambar 7, dari gambar tersebut losses setelah injeksi PLTS Isimu di peroleh data losses daya aktif sebesar 1.065 MW dan daya reaktif 10.184 Mvar dengan load 81.521 MW, dan daya reaktif 26.773 MVar



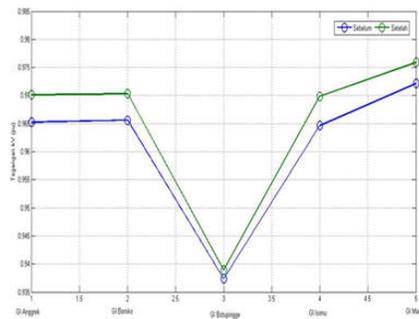
Gambar 7. Grafik Losses Setelah Injeksi PLTS

Perbandingan Sebelum dan Setelah Injeksi PLTS ke Sistem. Berdasarkan tabel 8 aliran daya pada bus Gardu Induk Isimu ke bus Gardu Induk Botupingge mengalami kenaikan 12.35% dengan yaitu daya aktif sebelumnya 15.02082 MW menjadi 16,87664 MW dan tidak semua gardu induk mengalami kenaikan daya aktif, seperti pada GI Isimu ke GI Anggrek mengalami penurunan daya aktif dari 4,410897 MW menjadi 4,408347 atau mengalami penurunan daya aktif sekitar 0,06%.

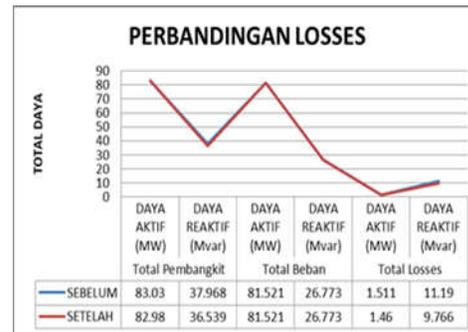
Tabel 8. Perbandingan Aliran Daya

| FROM BUS | TO BUS | SEBELUM | |
|------------|---------------|-------------|---------------|
| | | P Flow (MW) | Q Flow (Mvar) |
| GI ISIMU | GI ANGGREK | 4.410897 | -2.21796 |
| GI ISIMU | GI BOTUPINGGE | 15.02082 | -3.30176 |
| GI ANGGREK | GI BOROKO | 0.741943 | -0.5669 |
| GI MARISA | GI ISIMU | 14.52653 | -0.34979 |
| GI ISIMU | GI BOROKO | 2.60817 | -1.45467 |
| FROM BUS | TO BUS | SESUDAH | |
| | | P Flow (MW) | Q Flow (Mvar) |
| GI ISIMU | GI ANGGREK | 4.408347 | -1.66572 |
| GI ISIMU | GIBOTUPINGGE | 16.87664 | -3.08043 |
| GI ANGGREK | GI BOROKO | 0.741509 | -0.46393 |
| GI MARISA | GI ISIMU | 11.00128 | -0.24817 |
| GI ISIMU | GI BOROKO | 2.606555 | -1.12019 |

Tegangan pada setiap Gardu Induk Naik atau ada perbaikan profil tegangan yaitu pada gardu Gardu Induk Anggrek naik sekitar 0.49%, Gardu Induk Boroko 0.47%, Gardu Induk Botupingge 0.16%, Gardu Induk Isimu 0.52%, dan pada Gardu Induk Marisa 0.38%. dengan rata-rata kenaikan pada setiap Gardu induk yaitu sebesar 0.40% dan begitu juga pada lossesnya mengalami penurunan yaitu daya aktif 0,06% dan daya reaktif 2,74% seperti terlihat pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Perbandingan Profil Tegangan



Gambar 9. Grafik Perbandingan Losses

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya rencana tambahan pembangkit yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan kapasitas 10 MW pada tahun 2018 yang akan di injeksi pada jaringan transmisi 150 kV area Gorontalo.
2. Data yang digunakan adalah data Single Line Diagram Sistem 150 kV Gorontalo, Data Pembangkit yang terinterkoneksi ke Sistem Gorontalo, Trafo Daya, Busbar serta Beban di setiap Gardu Induk, Data Penghantar Saluran.
3. Berikut adalah hasil analisa setelah PLTS di injeksikan ke sistem :
 - Perbandingan Losses sebelum dan setelah diinjeksi PLTS ke sistem untuk daya aktif turun 0.06% dan daya reaktif turun 2.74%
 - Tegangan di setiap Gardu Induk naik rata-rata sebesar 0.40%.
4. Untuk Line Flow, saluran yang mengalami kenaikan dalam MW dan MVar yaitu GI Isimu ke GI Botupingge sebesar 12% dan saluran yang mengalami penurunan yaitu GI Isimu ke GI Anggrek, GI Anggrek ke GI Boroko dan GI Isimu ke GI Boroko yaitu sebesar 0.06%, 0.06%, 0.06%
5. Apabila PLTS diinjeksi ke sistem maka, tegangan di sistem 150 kV Gorontalo akan mengalami kenaikan atau perbaikan pada system.

SARAN

Untuk pengembangan penelitian ini, ada baiknya jika penelitian selanjutnya mempertimbangkan eksitasi dan governor dari semua pembangkit tenaga listrik yang ada pada sistem Gorontalo.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar Artono & S. Kuwahara, 1993. *Teknik Tenaga Listrik, Jilid II*, Pradnya Paramitha, Jakarta

Dewantara, 2018 "Analisis rugi-rugi daya pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kv dari gardu induk wonogiri sampai gardu induk wonosari,".

E.M Suryanti, Rosmaliati, I.B.F Citarsa.,2014. " Analisis Unjuk Kerja Sistem Fotovoltaik On-Grid Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Gili Trawangan". *Dielektrika*, Vol 1, No.2: 82-95.

J.J Grainger, W.D Stevenson jr, 1994, *Power system analysis*, New York, US: McGraw-Hill, Inc.

M. R. Djalal, M. A. Haikal, T. M. P. N. U. Pandang, and T. E. I. P. Aceh, 2014 "Penyelesaian Aliran Daya 37 Bus Dengan Metode Newton Raphson (Studi Kasus Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan)," *Jurnal Teknik Mesin SINERGI*, vol. 12, pp. 35-49.

RUPTL,2017, "RUPTL PLN 2017-2026.pdf.

S Hariyadi dan S Umar 2017, "analisi rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kv pada gardu induk palur-masaran,".

Togar Timotheus Gultom .,2015, "Pemanfaatan photovoltaic sebagai pembangkit listrik tenaga surya," pp. 33–42.